

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-092683

(43)Date of publication of application : 29.03.2002

(51)Int.Cl. G07D 7/20
 G06T 1/00
 G06T 7/00
 G07D 7/12
 H04N 1/387

(21)Application number : 2001-110807 (71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 10.04.2001 (72)Inventor : KAWAHITO KATSUHIKO

(30)Priority

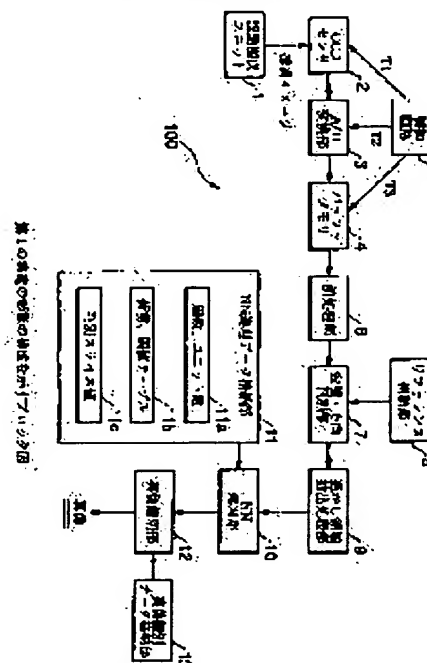
Priority number : 2000215140 Priority date : 14.07.2000 Priority country : JP

(54) DEVICE FOR DISCRIMINATING BETWEEN TRUE AND FALSE MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve accuracy in discriminating between true and false medium such as a bill.

SOLUTION: A CCD sensor 2 reads out an image of a medium as a genuine bill by utilizing the transmitted light, and a watermark area extracting process unit 9 extracts a pattern of a watermark area from the image data, and a NN processing unit 10 eliminates the influence of the non-linear fade of the extracted pattern data, and a genuineness discrimination unit 12 discriminates the genuineness.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-92683
(P2002-92683A)

(43)公開日 平成14年3月29日(2002.3.29)

| (51)Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード*(参考) |
|--------------------------|-------|---------------|------------------------|
| G 0 7 D 7/20 | | G 0 7 D 7/20 | 3 E 0 4 1 |
| G 0 6 T 1/00 | 3 1 0 | G 0 6 T 1/00 | 3 1 0 Z 5 B 0 5 7 |
| | 3 5 0 | | 7/00 3 5 0 C 5 C 0 7 6 |
| G 0 7 D 7/12 | | G 0 7 D 7/12 | 5 L 0 9 6 |
| H 0 4 N 1/387 | | H 0 4 N 1/387 | |

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 22 頁)

(21)出願番号 特願2001-110807(P2001-110807)
(22)出願日 平成13年4月10日(2001.4.10)
(31)優先権主張番号 特願2000-215140(P2000-215140)
(32)優先日 平成12年7月14日(2000.7.14)
(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000000295
沖電気工業株式会社
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
(72)発明者 川人 勝彦
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内
(74)代理人 100069615
弁理士 金倉 喬二

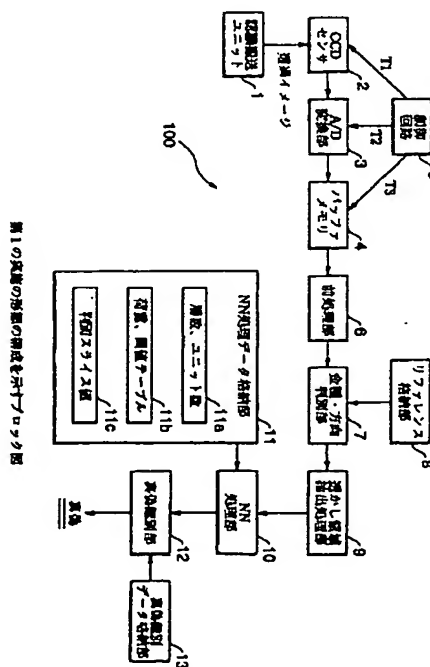
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 媒体真偽鑑別装置

(57)【要約】

【課題】 紙幣等の媒体に対する真偽鑑別精度を向上させる。

【解決手段】 真券である媒体の画像を透過光を利用してC C Dセンサ2で読み取り、その画像データから透かし領域のパターンを透かし領域抽出処理部9で抽出し、その抽出したパターンデータの非線性的なばけの影響をN N処理部10で取り除きた後、真偽鑑別部12で真偽鑑別を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 真偽鑑別対象の媒体から読み取った透かしの画像データの非線形的なぼけの影響を取り除き、真偽の判明している媒体から読み取った透かしの画像データの非線形的なぼけの影響を取り除いた基準と比較することによって、真偽鑑別対象の媒体の真偽を鑑別するようにしたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項 2】 真の透かしが印刷された真の媒体から透かしイメージを読み取って真の透かし画像データを取得し、その真の透かし画像データから透かしの真の特徴パターンを抽出し、

その真の特徴パターンをニューラルネットワークに入力して学習させ、媒体の真偽を区別できるようにニューラルネットワークの重み係数及び出力閾値を記憶しておく、

真偽鑑別対象の媒体の透かしが印刷されている領域から画像データを取得し、その画像データから特徴パターンを抽出してニューラルネットワークに入力し、このときのニューラルネットワークの出力とスライス値とを比較することで、真偽鑑別対象の媒体の真偽を鑑別するようにしたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項 3】 請求項 2 において、真の特徴パターンを抽出するとともに、偽の透かしが印刷された偽の媒体から透かしイメージを読み取って偽の透かし画像データを取得し、その偽の透かし画像データから透かしのリジェクトパターンを抽出し、

真の特徴パターン及びリジェクトパターンをニューラルネットワークに入力して学習させたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項 4】 請求項 2 又は請求項 3 において、ニューラルネットワークの学習を、取り扱う全ての媒体の種類毎に行い、全ての種類毎に媒体の真偽を鑑別できるようにニューラルネットワークの重み出力を記憶しておく、

真偽鑑別対象の媒体の印刷イメージ全面の画像データを取得して媒体の種類を区別する領域を読み取って、その種類を決定した後に、

真偽鑑別対象の媒体の印刷イメージ全面の画像データから、決定した種類に対応する透かし領域の透かしイメージを読み取って透かし画像データを取得するようにしたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項 5】 請求項 2 から請求項 4 のいずれかにおいて、

ニューラルネットワークは、特徴パターンに含まれる所定の数の濃度値を出力する入力層と、この入力層の出力を入力する少なくとも一つ以上の中間層と、この中間層の出力を入力する出力層とからなるパーセプトロン構造で構成し、

真の特徴パターン又はリジェクトパターンを予め読み取

って学習することによって、中間層に与えるネットワーク結合荷重とバイアス荷重とを含む荷重パラメータに修正を加えておき、

中間層では、修正を加えた荷重パラメータを使用して積和演算処理を実行して出力層に出力し、

出力層では、予め設定した判別スライス値によって中間層の出力値をスライスし、

その出力層に出力される真偽情報に基づいて紙幣の真偽鑑別結果を出力することを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項 6】 請求項 5 において、ネットワーク結合荷重とバイアス荷重を整数のテーブルで保持し、入力層、中間層及び出力層のいずれの入出力値も整数値で処理するようにしたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項 7】 請求項 4 において、出力層には、真又は偽を出力するように定義した少なくとも 2 つ以上の出力ユニットを設け、真偽は各出力ユニットの出力により判別するようにしたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項 8】 請求項 5 において、ネットワーク結合荷重は、出力層の出力誤差を検知して誤差の大きい媒体の場合に、そのときの特徴パターンを記憶するように学習によって修正されるようにしたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項 9】 請求項 2 又は請求項 3 において、偽と判別された場合には、通信網で接続する上位装置にアラーム信号を送信して、上位装置側でオペレータに報知するようにしたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項 10】 請求項 2 又は請求項 3 において、媒体のカテゴリ毎にニューラルネットワークを別に設け、そのカテゴリ毎にニューラルネットワークを切り替えて真偽を鑑別するようにしたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項 11】 請求項 2 又は請求項 3 において、ニューラルネットワークでの積和演算の入出力関数を、シグモイド関数とし、その傾きを可変としたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項 12】 請求項 2 又は請求項 3 において、媒体の全印刷パターンから媒体の真偽を判別する真偽判別機能を備えたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項 13】 媒体を透過した透過光を受光して媒体のイメージを読み取るイメージセンサと、このイメージセンサが読み取った媒体のイメージから透かし領域のイメージを切出して透かし画像データを抽出する透かし領域抽出処理部と、

前記透かし画像データの特徴パターンを入力データとする入力層、1 つ以上の中間層、及び出力層から構成される透かしニューラルネットワーク処理部と、

該ニューラルネットワークの出力とスライス値とを比較

することで、真偽鑑別対象の媒体の真偽を鑑別する真偽鑑別部とを備えたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項 14】 媒体を透過した透過光を受光して媒体のイメージを読み取るイメージセンサと、

このイメージセンサが読み取った媒体のイメージから透かし領域のイメージを切出して透かし画像データを抽出する透かし領域抽出処理部と、

前記透かし画像データの特徴パターンを、列または行方向の差分データとして抽出する透かしニューラルネットワーク入力差分データ抽出手段と、

該差分データを入力データとする入力層、1つ以上の中間層、及び出力層から構成される透かしニューラルネットワーク処理部と、

該ニューラルネットワークの出力とスライス値とを比較することで、真偽鑑別対象の媒体の真偽を鑑別する真偽鑑別部とを備えたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項 15】 媒体を透過した透過光を受光して媒体のイメージを読み取るイメージセンサと、

このイメージセンサが読み取った媒体のイメージから透かし領域のイメージを切出して透かし画像データを抽出する透かし領域抽出処理部と、

前記透かし画像データの特徴パターンを、列または行方向の差分データとして抽出する透かしニューラルネットワーク入力差分データ抽出手段と、

前記差分データのゲイン補正を行う透かしニューラルネットワーク差分データゲイン補正手段と、

ゲイン補正後の差分データを入力データとする入力層、1つ以上の中間層、及び出力層から構成される透かしニューラルネットワーク処理部と、

該ニューラルネットワークの出力とスライス値とを比較することで、真偽鑑別対象の媒体の真偽を鑑別する真偽鑑別部とを備えたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【請求項 16】 媒体を透過した透過光を受光して媒体のイメージを読み取るイメージセンサと、

このイメージセンサが読み取った媒体のイメージから透かし領域のイメージを切出して透かし画像データを抽出する透かし領域抽出処理部と、

前記透かし画像データの特徴パターンを、微分空間フィルタを用いて微分データとして抽出する透かしニューラルネットワーク入力微分データ抽出手段と、

該微分データを入力データとする入力層、1つ以上の中間層、及び出力層から構成される透かしニューラルネットワーク処理部と、

該ニューラルネットワークの出力とスライス値とを比較することで、真偽鑑別対象の媒体の真偽を鑑別する真偽鑑別部とを備えたことを特徴とする媒体真偽鑑別装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、媒体真偽鑑別装置に関するもので、特に紙幣等の媒体に印刷した図形等の

透かし部を光学的に読み取り、その透かし部のイメージを基に媒体の真偽を鑑別する装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の媒体真偽鑑別装置として、例えば紙幣を扱う自動機に用いられる紙幣真偽鑑別装置がある。図30は従来の媒体真偽鑑別装置の構成を示すブロック図である。この媒体真偽鑑別装置500は、取扱い媒体である紙幣Pの全面の印刷パターンのイメージを読み取るイメージ読取部50と、読み取った画像データの画素を積分化し、そこから紙幣Pの透かしパターンを抽出してモザイク化して平滑化する前処理を行う前処理部51と、金種を判別する金種判別部52と、イメージ読取部50によって読み取られた画像データに対してエンベロープ処理を行うエンベロープ処理部53と、前処理の結果や金種やエンベロープ処理結果等を総合的に判断して紙幣の真偽を鑑別する真偽鑑別部54とを有している。

【0003】 次に、従来の紙幣真偽鑑別処理を説明する。図31はその紙幣真偽鑑別処理を示すフローチャートである。従来の紙幣真偽鑑別装置500では、イメージ読取部50が紙幣Pの印刷イメージ全面を光学的な透過パターンとして電気信号化して取り込んで画像データを取得し（S50）、前処理部51が取得した画像データの中の特徴的な特徴画像データ、例えば、透かしの画像データを抽出するとともに（S51）、金種判別部52が画像データから金種を記載してある領域を読み取って金種を決定し（S52）、エンベロープ処理部53がその紙幣Pのカテゴリを基準とする画像データと特徴画像データとを比較してそのカテゴリを決定し（S53）、真偽鑑別部54が前処理の結果や金種やエンベロープ処理の結果を総合的に判断してカテゴリに対する真偽を鑑別する（S54）。

【0004】 次に、前記前処理を説明する。図32は前処理の説明図で、同図（1）に紙幣の紙幣イメージ（画像データ）取得時、（2）に紙幣イメージの積分正規化時、（3）に透かし領域の抽出時の概念を示す。読み込まれた紙幣イメージは、全面を $n \times m$ サイズの画素ブロックに積分・平滑処理される。

【0005】 また、前記エンベロープ処理は、イメージ読取部50によって読み取られた画像データの信号レベルが基準濃度範囲にあるか否か、つまり、紙幣Pの全面の印刷パターンのイメージを読み取って取得した画素の濃度データが予め登録してある濃度データの下限と上限の間に入っているか否かを判断する処理である。このエンベロープ処理を行う場合には、画素の濃度データの分布の正規性が保証されている必要がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら上述した従来の技術では、透過光を利用して紙幣の印刷イメージを読み取り、前処理やエンベロープ処理を行って紙幣の

真偽を鑑別するようにしているため、これらの処理の特徴によって透かしパターンがぼけてしまうことがあり、透かしによる紙幣の真偽の鑑別を正確に行えないという問題がある。

【0007】すなわち、前処理では、読み取った画像データの画素を積分化し、そこから透かしパターンを抽出してモザイク化して平滑化しているため、本質的に透かしパターンがぼけてしまう。また、エンベロープ処理では、紙幣の特徴である透かし領域を認識する際に、紙幣の透かし部分の汚れ、透かしの位置ずれ、又は、透かし領域における折れ線の介在等の非線形要素の影響によって透かしパターンがぼけてしまうことがある。

【0008】したがって、従来の紙幣真偽鑑別装置では、エンベロープ処理時に、透かしの判別精度を上げることができなかったため、透過光を利用した光学系の利点の一つである透かしパターンの鑑別が不充分であった。本発明はこのような問題を解決するとを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】そのため、本発明は、真偽鑑別対象の媒体から読み取った透かしの画像データの非線形的なぼけの影響を取り除き、真偽の判明している媒体から読み取った透かしの画像データの非線形的なぼけの影響を取り除いた基準と比較することによって、真偽鑑別対象の媒体の真偽を鑑別するようにしたことを構成上の特徴とする。これにより、従来のようにエンベロープ処理を行わなくても、紙幣等の媒体に印刷されている透かし領域から透過光等を利用して読み取ったイメージに対して前処理を行い、その出力結果である透かし領域のモザイク状の平滑画像から非線形的なぼけの影響を取り除いて、透かしパターンの判別を行うことができるようになるため、紙幣等の媒体の真偽の鑑別を正確かつ高精度に行うことができるようになる。

【0010】

【発明の実施の形態】まず、最初に媒体の透かし領域の真偽鑑別において、本発明で使用するニューラルネットワーク（以下、NNと略記する）の利点について説明する。NNは自己組織化能力に優れ、パターンを構成する個々のデータの連結関係を捉えることが可能であり、パターン個々のデータの絶対値の比較をする従来の統計的鑑別手法ではデータの一部に汚れ等のノイズが含まれている場合や、欠落している場合に誤った鑑別をしてしまうのに対し、もとの正規パターンを類推して性格な鑑別を実施できるという特徴を有している。

【0011】また、NNは一般の線形分離に頼っている従来の大小関係を判断している手法に対して、パターン空間を非線形に分離させることにより、精度の高い分離境界面が得られる。以下に、NNのパターン認識における利点を従来の線形分離の手法と比較して説明する。

【0012】図14は2次元パターン空間における従来

のカテゴリ分離の説明図である。この図に示した横軸をX、縦軸をYとする2次元パターン平面に、図示したようにカテゴリA、カテゴリB、カテゴリCのそれぞれ3種のパターンが分布している場合を考えると、従来の統計的手法による線形分離でカテゴリAのパターンの分布領域を抽出する場合には、X座標A（ $x=A$ ）、B（ $x=B$ ）及びY座標C（ $y=C$ ）、D（ $y=D$ ）の線分で囲まれた矩形領域が、求めるカテゴリAの抽出エリアとなる。

【0013】しかしながらこのエリア内には、カテゴリA以外のカテゴリB、カテゴリCの一部の標本（図中塗りつぶしたパターンがこれに相当する）が存在しており、この手法では3つのカテゴリ分布からカテゴリAのパターンのみを矩形の線分で抽出することは不可能である。このことは、カテゴリB、カテゴリCのパターンの分布領域を抽出する場合も同様である。

【0014】図15はNNを利用したカテゴリ分離の説明図である。この図に示したようにNNを利用した場合、図14と同じパターン空間内のカテゴリA、カテゴリB、カテゴリCを非線形領域として多自由度線分で分離することが可能であり、図示したように例えばカテゴリAのみを確実に抽出分離することができる。

【0015】以上の理由から、カテゴリ間の位置が近接しており、矩形範囲で分離できない場合、例えば、パターンのばらつきが大きく、完全に線形分離できないような場合にも、NNを利用することで確実に分離することができる。本実施の形態における媒体の透かし領域の鑑別においても、この透かし領域が特によれ易く、位置ずれや厚さのばらつきも大きいため、従来の手法では、これら透かし領域のパターンから媒体の真偽鑑別を精度よく行うことが非常に困難であったが、NNを利用することで簡単に真偽鑑別を精度よく行うことが可能になってきている。

【0016】一方、NNはその規模が大きくなると言い換えれば構成するユニット数が多くなると処理時間が長くなり、製品化した場合専用のハードウェア等が別途必要になって、コスト面からも非現実的なものとなるが、しかしながら媒体の透かし領域は一般的に媒体の一部にしか用いられないのでNNの規模は小さくて済み、処理時間も短くて済むのでソフトウェアのみで対応可能であり、媒体の真偽鑑別装置としての応用範囲も広い。

【0017】次に、NNと従来の統計的手法の真偽鑑別精度について説明する。いままで、詳細に説明したように、NNはn次元のパターン空間から目的のカテゴリ集合を効率よく分離抽出させることが可能である。すなわち、真券分布集合と偽券分布集合を2分することを考えると、真券分布集合は既知の集合であるのに対し、偽券分布集合は予測できない未知の集合であり、真券鑑別精度は既知である真券分布集合のn次元パターン空間上の真券収容容積の大きさに客観的に評価することができ

る。

【0018】この収容容積は、正規化距離値を用いて記述できる。図16は正規化距離値の定義を示す説明図である。本発明では、図に示すようにパターン空間における各次元のデータ分布の代表値（平均値）と実際のデータとの距離（差分値の絶対値）を正規化距離値と定義する。

【0019】データはガウス分布に近似され、図中のDがこの場合の正規化距離値に相当する。従来の手法によるn次元パターン空間における全正規化距離値（各次元における正規化距離値を2乗した総和の平方根）がD_p、NN手法によるそれがD_nの場合、D_p>D_nの関係が成立し、従って、n次元パターン空間における真券収容容積は、従来手法の真券収容容積（V_p）がV_p=D_pⁿ、同様にNN手法の真券収容容積（V_n）がV_n=D_nⁿで代表されるものとなる。

【0020】すなわち、収容容積は全正規化距離値のn乗となり、真偽鑑別精度は収容容積が小さくなればなるほど高くなる。つまり、真偽鑑別精度は全正規化距離値のn乗に反比例して高くなり、NN方式により偽券検知精度が従来に比べてD_pⁿ/D_nⁿ倍向上することを示している。

【0021】図17は収容容積と全正規化距離値の関係を模式的に示した説明図で、収容容積は全正規化距離値を半径とするn次元球の体積であり、従来手法による収容容積に対してNNによる収容容積が小さいことを示している。以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。尚、本発明の媒体真偽鑑別装置として、紙幣を扱う自動機に用いられる紙幣真偽鑑別装置を例に挙げて説明するが、これによりこの発明が限定されるものではない。また、紙幣の真偽の鑑別は、紙幣を搬送させて自動的に鑑別して収容する際や適当なタイミングで行うものとする。

第1の実施の形態

図1は第1の実施の形態の構成を示すブロック図であり、図2は縮小透過光学系の説明図である。

【0022】この紙幣真偽鑑別装置100は、認識搬送ユニット1と、CCDセンサ2と、A/D変換部3と、バッファメモリ4と、制御回路5と、前処理部6と、金種・方向判別部7と、リファレンス格納部8と、透かし領域抽出処理部9と、NN処理部10と、NN処理データ格納部11と、真偽鑑別部12と、真偽鑑別データ格納部13とを備えている。

【0023】前記認識搬送ユニット1は、図2に示すように、LED14の発する光を紙幣Xに照射したときの透過光をレンズ15によって縮小させてCCDセンサ2に結像させる縮小透過光学系を有しており、CCDセンサ2は、縮小透過光学系によって結像された透過イメージをアナログイメージデータとして光電変換する。このアナログイメージデータは図示しないアンプにより増幅

され、A/D変換部3に出力される。

【0024】A/D変換部3は、透過イメージのアナログイメージデータをデジタルイメージデータに変換し、このデジタルイメージデータは光源の照度分布の不均一さに対して濃度補正するため、図示しないシェーディング補正部によりデータ補正される。前記バッファメモリ4は、補正されたデジタルイメージデータを格納する。前記制御回路5は、CCDセンサ2を制御する信号T1、A/D変換部3を制御する信号T2、バッファメモリ4を制御する信号T3を出力し、それぞれのタイミングを取りながら処理させる。

【0025】前記前処理部6は、前記バッファメモリ4に格納されたデジタルイメージデータを読み出し、正規・積分化して圧縮し、特徴データとして出力する。前記金種・方向判別部7は、予め設定してあるリファレンスデータと特徴データとを比較して、紙幣の種類や取得した紙幣の搬送方向を判別する。紙幣の種類とは、千券や万券等の金種である。また、紙幣の搬送方向とは、読み取った紙幣の透過イメージの上下左右や表裏を識別するためのデータである。

【0026】前記リファレンス格納部8は、金種・方向判別部7が参照するリファレンスデータ等を格納する。前記透かし領域抽出処理部9は、真偽鑑別対象の紙幣等の紙幣の特徴データから、判別された紙幣の種類の透かしが印刷されている領域に該当する領域を透かしの特徴パターンとして抽出する。言い換えると、縮小透過光学系の特徴を生かすべく、判別された金種の紙幣の透かし領域分の位置切り出しを実施して透かし領域の画素を特徴パターンとして抽出する。

【0027】前記NN処理部10は、NN処理データ格納部11から荷重パラメータをロードして入出力関数を用いて積和演算処理を実施する。尚、入出力関数としては、例えば、0、1に飽和する非線型関数のシグモイド関数があり、この場合を想定して説明する。前記NN処理データ格納部11は、NNの層数やユニット数11aと、荷重パラメータや閾値を定義した荷重、閾値テーブル11bと、判別スライス値11c等を格納する。特に、荷重パラメータは、真の透かしが印刷された真の紙幣から透かしイメージをCCDセンサ2によって読み取って取得した真の透かし画像データから透かしの真の特徴パターンを透かし領域抽出処理部9によって抽出した後に、その真の特徴パターンを入力して紙幣の真偽を区別できるように学習した結果として格納される。

【0028】前記真偽鑑別部12は、真偽鑑別対象の紙幣の特徴パターンがNN処理部10に入力された場合の出力と、真の紙幣の特徴パターンがNN処理部10に入力された場合の出力とを比較して真偽を鑑別し、図示しない上位装置に鑑別結果を送信する。前記真偽鑑別データ格納部13は、真の紙幣の特徴パターンがNN処理部10に入力された場合の出力を予め記憶しておく。例え

ば、シグモイド関数の場合には、NN処理部10の出力層のデータが、最終的に1又はこれに近い値の時に真券であると設定しておく。

【0029】次に、NN処理部10を構成するNNを説明する。図3はNNの構成を示す概念図である。尚、NNの構成としては、紙幣から読み取った透かしの画像データの非線形的なぼけの影響を取り除くことが可能な層数であれば何層であってもよく、ここでは、入力層、中間層及び出力層からなる3層のニューラルネットワーク(NN)とし、紙幣鑑別として要求される高い処理速度を実現する場合を説明する。

【0030】図において入力層10aは88個のユニット数、中間層10bは50個のユニット数、出力層10cは2個のユニット数とし、それぞれ左から順にユニット番号1, 2, 3, ...を付してある。入力層10aの各ユニットには、透かし領域の濃度データが入力され、その濃度データを0~1の範囲で正規化し、その正規化して得た値を出力値として中間層10bの各ユニットに出力する。このときの中間層10bと入力層10aの結合は全結合であり、個々の中間層10bの各ユニットは、入力層10aの全てのユニットと結合されている。同様に、出力層10cと中間層10bの結合も全結合である。

【0031】以下に、一般的に知られているNN理論に基づくNN処理部10の各層の入出力の関係式を示す。尚、 $f(x)$ は入出力関数であり、ここでは入出力関数としてシグモイド関数を使用し、 $f(x) = 1 / (1 + \exp(-x))$ とする。入力層10aと中間層10bの関係

$$I_i = \sum (W_{1i} \cdot O_i) + \theta_i \quad (i = 1, 2, \dots, N) \quad 30$$

$$O_i = f(I_i)$$

O_i : 入力層10aのユニットiの出力

I_i : 中間層10bのユニットjへの入力

O_i : 中間層10bのユニットjの出力

W_{1i} : 入力層10aのユニットiと中間層10bのユニットjとの結合荷重

θ_i : 中間層10bのユニットjの閾値

N : 入力層10aのユニット数(この例ではN=88)

中間層10bと出力層10cの関係

$$I_2 = \sum (W_{2i} \cdot O_2) + \theta_2 \quad (i = 1, 2, \dots, N_2) \quad 40$$

$$O_2 = f(I_2)$$

I_2 : 出力層10cのユニットjへの入力

W_{2i} : 中間層10bのユニットiと出力層10cのユニットjとの結合荷重

O_2 : 中間層10bのユニットiの出力

θ_2 : 出力層10cのユニットjの閾値

O_2 : 出力層10cのユニットjの出力

つまり、透かしのイメージデータが、入力層10aの各ユニットiに入力すると、入力層10aの各ユニットiは、出力値 O_i を出力する。

【0032】この出力値 O_i は、入力層10aのユニットiと中間層10bのユニットjとの結合荷重 W_{1i} に基づいた重み付けがなされて、中間層10bの各ユニットjに入力されることになる。したがって、各層の各ユニットは全結合であるため、中間層10bの各ユニットjには、入力層10aの各ユニットiのそれぞれの出力値 O_i の総和が入力値 I_i として入力することになる。

【0033】その入力値 I_i は、 $I_i = \sum (W_{1i} \cdot O_i) + \theta_i$ で算出される。ここで、 \sum は $i = 1, 2, \dots, N$ (=88)としたときの総和であり、 θ_i は中間層10bのユニットjの閾値である。次に、中間層10bの各ユニットjでは、入力値 I_i を入出力関数 $f(x)$ に基づいて変換し、中間層10bのユニットjの出力値 O_i として出力層10cの各ユニット1, 2に出力する。

【0034】ここでは、シグモイド関数を使用して、出力値 O_i は、

$$O_i = f(I_i) = 1 / (1 + \exp(-I_i))$$

で算出される。そして、出力層10cの各ユニットj

($j = 1, 2$)では、中間層10bのユニットiと出力層10cのユニットjとの結合荷重 W_{2i} に基づいた重み付けがなされて、出力層10cの各ユニットjに入力されることになる。したがって、各層の各ユニットは全結合であるため、出力層10cの各ユニットjには、中間層10bの各ユニットiのそれぞれの出力値 O_2 の総和が入力値 I_2 として入力することになる。

【0035】その入力値 I_2 は、

$$I_2 = \sum (W_{2i} \cdot O_2) + \theta_2$$

で算出される。ここで、 \sum は $i = 1, 2, \dots, N_2$ (=50)としたときの総和であり、 θ_2 は出力層10cのユニットjの閾値である。次に、中間層10bの各ユニットjでは、入力値 I_2 を入出力関数 $f(x)$ に基づいて変換し、出力層10cのユニットjの出力値 O_2 として真偽鑑別部12に出力する。

【0036】ここでは、シグモイド関数を使用して、出力値 O_2 は、

$$O_2 = f(I_2) = 1 / (1 + \exp(-I_2)) \quad 50$$

で算出される。その後、真偽鑑別部12では、最終的に出力された出力層10cのユニットjの出力値 O_2 を適当なスライス値によってスライスして、真偽を鑑別する。つまり、その出力値 O_2 は、シグモイド関数により0~1の連続した小数として算出されているため、例えば、スライス値を0.8とした場合、出力層10cのユニット1を真、2を偽として学習させた場合には、出力層10cの出力が0.8以上かつ2の出力が0あるいは0に近い場合には真券、逆に出力層10cの出力が0.8以上かつ1の出力が0あるいは0に近い場合には

偽券と判断する。

【0037】尚、スライス値や判断基準は、真偽鑑別データ格納部13に格納しておく。次に、第1の実施の形態の透かしNN判別処理を説明する。図4はその透かしNN判別処理を示すフローチャートである。まず、認識搬送ユニット1とCCDセンサ2によって紙幣の透過イメージを読み取り(Sa1)、前処理部6によって透過イメージのエッジ切り出し、積分・正規化及び金種判別を行った(Sa2, Sa3, Sa4)後、透かし領域抽出処理部9によって透かし領域の切り出しを行い(Sa5)、その透かし領域の濃度を抽出して、0~1の濃度変換を行ってNN処理部10に出力する(Sa6)。

【0038】その後、その透かし領域は、NN処理部10によって、画像データの非線形的なぼけの影響を取り除く処理が施される(Sa7)。まず、上述したように、入力層10aの各ユニットに画像データが出力されると(Sa7①)、上述したように結合荷重に基づいた演算が各ユニット毎に行われ、その演算結果W12が中間層10bの各ユニットに出力される(Sa7②)。中間層10bでも、上述したように、結合荷重に基づいた演算が各ユニット毎に行われ、その演算結果W23が出力層10cの各ユニット1, 2に出力される(Sa7③)。出力層10cの各ユニット1, 2では、上述したように、結合荷重に基づいた演算が各ユニット1, 2毎に行われ、それぞれ0~1までの値を真偽鑑別部12に出力する。そして、真偽鑑別部12では、真偽鑑別データ格納部13に格納してある上述したスライス値等を参照して上述したように真偽を鑑別し(Sa8)、図示しない表示部等にその鑑別結果を表示してオペレータに真偽を報知する。

【0039】したがって、真偽鑑別部12では、スライス値によって真偽を鑑別することにより、画像データの非線形的なぼけの影響はない状態で真偽を鑑別することができることとなる。次に、各層における各ユニットの結合荷重を決定する透かしNN学習処理を説明する。

【0040】図5及び図6はその透かしNN学習を示すフローチャートである。この透かしNN学習には、例えば、BP(バックプロパゲーション: 誤差逆伝播)法を適用する。あらかじめ幾つかの真券の透かしパターンと偽券の透かしパターンを用意し、最小2乗誤差を算出し、NNにフィードバックさせることで行う。例えば、学習は1パターン毎に逐次行い、誤差が0.08以下になるまで学習させるようにすればよい。

【0041】まず、認識搬送ユニット1とCCDセンサ2によって真偽の判明しているサンプルとしての透過イメージを読み取り(Sb1)、前処理部6によって透過イメージのエッジ切り出し、積分・正規化及び金種判別を行った後に(Sb2, Sb3, Sb4)、透かし領域抽出処理部9によって透かし領域の切り出しを行い(Sb5)、その透かし領域の濃度を抽出して、0~1の濃

度変換を行ってNN処理部10に出力する(Sb6)。この際、全てのサンプルを読み込むまで、読み込んだデータを図示しないメモリに代入しておき(Sb7)、全ての学習データを読み込むまで上記処理を繰り返す(Sb8)。その後、その透かし領域は、NN処理部10によって画像データの非線形的なぼけの影響を取り除く処理が施される。まず、NNの各層の初期化を行い(Sb9)、入力層10aの各ユニットに画像データが出力されると、初期の結合荷重に基づいた演算が各ユニット毎に行われ、その演算結果W12が中間層10bの各ユニットに出力される(Sb10)。中間層10bでも、上述したように、初期の結合荷重に基づいた演算が各ユニット毎に行われ、その演算結果W23が出力層10cの各ユニット1, 2に出力される(Sb11)。

【0042】次に、その演算結果W23と教師データとの累積二乗誤差Eを検出し(Sb12)、すべての学習データについて行うまでSb10~Sb13を繰り返し、累積二乗誤差Eが所定の値εよりも小さくなった場合に透かしNN学習処理を終了し、累積二乗誤差Eが所定の値εよりも小さくなっていない状態では、処理をSb15に移す。

【0043】そして、入力層10aの各ユニットに画像データが代入されると(Sb15)、結合荷重に基づいた演算が各ユニット毎に行われ、その演算結果W12は補正值ΔW12によって補正されて中間層10bの各ユニットに出力される(Sb16)。中間層10bでも、演算結果W23は補正值ΔW23によって補正されて出力層10cの各ユニット1, 2に出力される(Sb17)。

【0044】次に、その演算結果W23と教師データとの累積二乗誤差を検出し、処理をSb20に移す(Sb18)。このとき、累積二乗誤差Eが所定の値εよりも小さくなっていない状態では、Sb20の処理とともに荷重修正処理を行う(Sb19)。つまり、補正值ΔW12と補正值ΔW23を決定する。その補正幅は予め決めておけばよい。

【0045】尚、すべての学習データについて行うまでSb16~Sb20を繰り返し、すべての学習パターンを終了したら処理をSb10に戻る。上記第1の実施の形態の紙幣真偽鑑別装置によると、紙幣透かし領域のパターンをNNを用いた処理でその真偽を鑑別できるため、従来のようにエンベロープ処理を行わなくても、紙幣に印刷されている透かし領域から透過光等を利用して読み取ったイメージに対して前処理を行い、その出力結果である透かし領域のモザイク状の平滑画像から非線形的なぼけの影響を取り除いて、透かしパターンの判別を行うことができるようになる。そのため、透かし領域分の特徴を十分に考慮した、汚れや折れ目等のノイズに強い非常に高精度の認識が可能となり、紙幣の真偽の鑑別を正確かつ高精度に行うことができるようになる。した

がって、金種によらずすべての透かしパターンがNNの汎化能力によってその真偽を鑑別することが可能となり、パラメータを大幅に削減できるようになる。

【0046】第2の実施の形態

本第2の実施の形態は、主に処理速度の高速化を図ったもので、上記第1の実施の形態ではNNの各層の入力値が0から1の不連続の小数値であったのに対し、この例では、入力を0から2ⁿの整数値として扱えるようにしたものである。例えば、8bitのA/D変換の濃度データでは、n=8の0~256までの範囲で規定することになる。また、このときのシグモイド関数の出力も、あらかじめ計算結果のテーブルとして図示しないROMに記憶しておき、NNのパラメータをREADするとき、一箇所読み込むようにすればよい。

【0047】図7は第2の実施の形態の構成を示すブロック図である。この紙幣真偽鑑別装置100は、認識搬送ユニット1と、CCDセンサ2と、A/D変換部3と、バッファメモリ4と、制御回路5と、前処理部6と、金種・方向判別部7と、リファレンス格納部8と、透かし領域抽出処理部9と、NN処理部10と、NN処理データ格納部11と、真偽鑑別部12と、真偽鑑別データ格納部13とを備えている。

【0048】これらの構成の中で、上記第1の実施の形態の場合と相違するのは、NN処理データ格納部11に格納するデータであり、そのデータを基に処理するNN処理部10が相違する。すなわち、本第2の実施の形態では、NN処理データ格納部11に、シグモイド関数テーブル11dを備える。図8にシグモイド関数テーブルの一例を示す。このシグモイド関数テーブル11dでは、例えば、アドレス0002592の場合、入力値は、2592/2=1296となり、実際の値は(1296-2000)/256=-2.75となる。また、この入力値に対するシグモイド関数の出力値は、図中下線を施した15が参照され、実際の出力値は15/256=0.06となる。すなわち、アドレス0002592の入力値は-2.75で、この時の出力値は0.06であることを意味している。

【0049】尚、一般に、ディジタル処理では16進数で扱うが、ここでは説明のため10進数で表している。したがって、結合荷重も小数から整数に変換して記憶する。上記第1の実施の形態では、結合荷重は、正負の小数であったが、これを2ⁿ倍して整数として記憶することになるため、出力値は整数値として表され、整数積和演算のみの簡単な処理で構成できるため、精度を損なわずに非常に高速な処理速度を実現できる。

【0050】また、上記第1の実施の形態の条件では、出力層10cの出力が205以上かつ2の出力が0に近い場合に真券、出力層10cの出力が205以上かつ1の出力が0に近い場合に偽券となる。図9に第2の実施の形態の透かしNN判別処理のフローチャートを示す。

まず、認識搬送ユニット1とCCDセンサ2によって透過イメージを読み取り(Sc1)、前処理部6によって透過イメージのエッジ切り出し、積分・正規化及び金種判別を行った(Sc2, Sc3, Sc4)後、透かし領域抽出処理部9によって透かし領域の切り出しを行う(Sc5)。その後、その透かし領域は、NN処理部10によって、画像データの非線形的なばけの影響を取り除く処理を施される(Sc6)。まず、上述したように、入力層10aの各ユニットに画像データが出力されると(Sc6①)、上述したように結合荷重に基づいた演算が各ユニット毎に行われ、その演算結果W12が中間層10bの各ユニットに出力される(Sc6②)。中間層10bでも、上述したように、結合荷重に基づいた演算が各ユニット毎に行われ、その演算結果W23が出力層10cの各ユニット1, 2に出力される(Sc6③)。出力層10cの各ユニット1, 2では、上述したように、結合荷重に基づいた演算が各ユニット1, 2毎に行われ、それぞれ0~1までの値を真偽鑑別部12に出力する。そして、真偽鑑別部12では、真偽鑑別データ格納部13に格納してある上述したスライス値等を参照して、上述したように真偽を鑑別し(Sc7)、図示しない表示部等にその鑑別結果を表示してオペレータに真偽を報知する。したがって、真偽鑑別部12では、スライス値によって真偽を鑑別することにより、画像データの非線形的なばけの影響はない状態で真偽を鑑別することができることとなる。

【0051】上記第2の実施の形態によると、上記第1の実施の形態の効果とともに、上記第1の実施の形態の場合に比べ、0~1の濃度変換処理を行わなくてもよくなるため、処理速度が大幅に改善できる。

第3の実施の形態

上記第1の実施の形態や上記第2の実施の形態では、例えば、256又はこれに近い値、0あるいはこれに近い値として真偽を判別する場合であったが、本第3の実施の形態では、出力層10cのユニット数を3個以上設け、学習パターンを真券の場合は全てのユニットがON、偽券の場合には全てのユニットがOFFとして真偽鑑別部12が処理するようにした。

【0052】次に、真偽を判断するための鑑別式を示す。尚、O_jは出力層10cにおける各出力値を示す。すなわち、真券の場合には、 $O_1 + O_2 + \dots + O_j \geq \alpha$ によって判別し、偽券の場合には、 $O_1 + O_2 + \dots + O_j < \alpha$ によって判別する。これにより、本第3の実施の形態では、ネットワークのマージンを高めることが可能となり、鑑別も次式に示すように全てのユニットの出力値の総和があるスライス値以上のとき真券、それ以外は偽券という具合に処理することができる。これは、従来のエンベロープ方式の比較による扱いと同様に扱うことが可能であることを示す。

【0053】したがって、本第3の実施の形態による

と、更なる鑑別精度を向上させることが可能となる。

第4の実施の形態

本第4の実施の形態は、NNのパラメータ設計時における構成を改良するものである。上記第1の実施の形態等と同様の構成や処理の説明は省略する。

【0054】図10は第4の実施の形態の要部ブロック図である。図において透かし領域抽出処理部9とNN処理部10と真偽鑑別部12の基本的な処理は上記第1の実施の形態と同様である。その他の構成として、特徴データ抽出・保存部14と、学習パターンデータベース15と、荷重パラメータ格納部16とを備える。

【0055】本第4の実施の形態では、NN処理部10に付与する荷重パラメータを真偽鑑別を行う度に更新可能にしたものである。すなわち、上記第1の実施の形態の構成では、鑑別機能のみで学習については別のシミュレーション端末(PCやWS等)を利用して別途実施させる必要がある。しかしながら、認識率という観点で考えた場合、透かし領域分の汚れや、位置ずれ等で真券であっても、リジェクトする場合が非常にまれであるが発生した場合に、そのリジェクトした紙幣の透かし領域の積分化の前後の印刷パターンを格納しておき、後に解析用として用いたり、又は、予め学習パターンを記憶しておき、これらのリジェクトパターンを後から指定により学習パターンに追加できる構成として、装置内部で学習を可能とし、荷重パラメータを順次更新するものである。

【0056】真偽鑑別部12は、真券の場合には、正常券として上記第1の実施の形態と同様に処理するが、NGとなった場合には、特徴データ抽出・保存部14でその紙幣の透かし領域の縮小前後のパターンを保存する。そのデータは、解析用として用いられ、真券のパターンの場合には、後にセレクトして学習パターンデータベース15に縮小後のパターンを登録する。更に、学習パターンデータベース15をもとに、荷重パラメータ格納部16の荷重パラメータを学習により随時更新する。

【0057】したがって、上記第4の実施の形態により、実際に真偽鑑別を実施している際に、より適切な荷重パラメータに更新することができるようになるため、実機に即した適切な真偽鑑別が可能になり、装置の認識率等を考えたバージョンアップ等が比較的容易に実施できようになる。

第5の実施の形態

本第5の実施の形態の実施の形態では、上記第1の実施の形態で真偽鑑別部12がNGと鑑別した場合に、ATM等で顧客の取引ログを採取し、図示しない記憶部に記憶しておき、後に参照可能にしたり、また、偽の場合に、上位装置等に報知するようにしたものである。例えば、取引日時、口座番号等をログしたり、その都度報知すれば、事前に犯罪を防止することも可能になる。

【0058】したがって、本第5の実施の形態による

と、紙幣の偽造等を認識することが可能なり、また、取引日時、口座番号等をログしておけば、偽造券等を使用したものの特定を行いやすくなるため、セキュリティ性が向上する。

第6の実施の形態

本第6の実施の形態では、例えば、上記第1の実施の形態の場合であって、真偽鑑別部12がNGと鑑別した場合の処理である。

【0059】図11は第6の実施の形態を示す要部ブロック図である。図においてリファレンス格納部8と、金種・方向判別部7と、透かし領域抽出処理部9とNN処理部10と真偽鑑別部12の基本的な処理は上記第1の実施の形態と同様である。その他の構成として、複数の荷重パラメータ格納部16(1)～16(n)を備え、前記金種・方向判別部7の出力が各荷重パラメータ格納部16(1)～16(n)に入力し、金種に応じた荷重パラメータを格納するようにしたものである。

【0060】つまり、金種・方向判別処理後に目的の荷重パラメータを切り替えることを特徴としたもので、例えば、金種・方向のカテゴリが12個存在する場合には、それぞれのパターン毎に12個の異なる荷重パラメータをあらかじめ学習により登録しておき、必要に応じて選択する。例えば、千券・表・正立のカテゴリの場合には、これに対応したパラメータを使用して鑑別精度を向上させるというものである。

【0061】本第6の実施の形態によると、金種別や搬送方向別やその表裏に応じた荷重パラメータを設定できるため、さらなる鑑別精度の向上が期待できる。

第7の実施の形態

本第7の実施の形態では、上記第1の実施の形態等でNN判定部10が用いるシグモイド関数の傾きを可変にしたものである。可変調整は、ソフトウェア的に行っても、ハードウェア的に行うようにしてもよい。

【0062】図12はシグモイド関数の可変の説明図で、横軸に入力値、縦軸に出力値を取り、入出力特性を示している。図において、①の $1/(1+\exp(-x))$ を基準に見ると、②の $1/(1+\exp(-2*x))$ は傾きが急になり、③の $1/(1+\exp(-0.5*x))$ は傾きが緩やかになっている。つまり、 $F(x)=1/(1+\exp(-\alpha*x))$ の式で、 $\alpha>1$ とすると、シグモイド関数の傾きは急となり判別がより非線形となる。

【0063】また、 $\alpha<1$ とすると、シグモイド関数の傾きは緩やかになり、判別がより線形となる。つまり、シグモイド関数の傾きを変えて、鑑別レベル(応答レベル)を切り替えることが可能となる。したがって、本第7の実施の形態によると、真偽鑑別の重要度等に応じて鑑別レベルを変えることができるため、汎用性の高い紙幣真偽鑑別装置を提供することができる。

【0064】第8の実施の形態

本第8の実施の形態では、例えば上記第1の実施の形態

の場合であって、真偽鑑別部12がNGと鑑別した場合はリジェクトし、真であると鑑別した場合に、全体真偽判別処理を行うようにしたものである。図13は第8の実施の形態を示す要部ブロック図である。

【0065】図において、透かし領域抽出処理部9とNN処理部10と真偽鑑別部12の基本的な処理は上記第1の実施の形態と同様である。その他の構成として、荷重パラメータ格納部16と、従来のエンベロープ処理を行う全体真偽判別部17と、エンベロープ処理を行うための金種や方向等の情報を格納するリファレンス格納部18とを備え、NNによる透かし鑑別処理と従来のエンベロープ処理による真偽鑑別を併用したものである。

【0066】つまり、真偽鑑別部12の結果でOKならば、全体真偽判別部17が紙幣全体の真偽鑑別をエンベロープ法により判別し、この判別がOKならば真券、NGならばリジェクト処理させるものである。したがって、本第8の実施の形態によると、NNによる透かし鑑別処理に従来のエンベロープ法による真偽鑑別を併用させるため、透かし領域以外の真偽鑑別も実施でき、総合的に精度アップが図れ、信頼性がUPする。

【0067】第9の実施の形態

この種の装置では、紙幣の厚さ、印字濃度のばらつき等により、正規化させたときに印字濃度の濃い部分と、透かし領域との濃度差が大きくなってしまうことが原因で、透かし領域が必要以上に明るくなったり、あるいは逆に暗くなったりしてしまい、NNの入力データがばらついてしまうという問題を生じる。

【0068】この実施の形態は、問題を解決するものである。図18は第9の実施の形態の構成を示すブロック図である。この実施の形態は第1の実施の形態における透かし領域抽出処理部9とNN処理部10の間に透かしNN入力差分データ抽出部20を設けたもので、このNN入力差分データ抽出部20は透かし領域抽出処理部9でブロックデータとして抽出された特徴パターンから画素の列方向の差分データを算出し、これをNN処理部10に入力させるものとなっている。

【0069】尚、他の構成は第1の実施の形態と同様であるので、その説明は省略する。図19は紙幣の金種及び方向と透かし領域の位置関係の例を示す説明図、図20はカテゴリと透かし領域切り出し位置の関係の例を示す図である。図19に示したように、紙幣のうち、透かし領域が先頭側にある金種AはカテゴリA、透かし領域が中央部にある金種BはカテゴリB、透かし領域が後尾側にある金種AはカテゴリCとする。

【0070】ここでカテゴリAとカテゴリCは金種は同一で方向が異なる場合を示し、カテゴリBはカテゴリA及びカテゴリCと金種が異なる場合を示している。このように紙幣の透かし領域の位置は、紙幣の金種や紙幣を読み取る際の方法により異なるので、金種・方向判別部7で判別した情報に基づいて透かし領域の位置を図のカ

テゴリA～カテゴリCのいずれかに決定する。

【0071】カテゴリA～カテゴリCにおける透かし領域の切りだし位置Pのブロック座標値は図20のように予め決められており、決定されたカテゴリに対応する座標値を選択して透かし領域抽出処理部9が透かし領域を切りだして抽出する。これを図21を参照して説明すると、この図21は透かし領域抽出のための説明図で、例えば、金種方向判別において、紙幣の透かし領域がカテゴリBと確定した場合、図19に示したように紙幣の透かし領域は紙幣の中央部にあるので、図20に示した切り出し位置Pのブロック座標 $x=2$ 、 $y=6$ を左上原点基準として積分ブロックデータを x 方向に m 個、 y 方向に n 個分（本実施の形態では、 5×6 個分）切り出して抽出する。

【0072】この抽出されたデータは、8bitの多値濃淡データである。図22はNN入力データの説明図で、図中の数値はNNに入力するデータ番号を示している。この図のデータ番号0は、データ番号5の積分値からデータ番号0の積分値を引いた値の絶対値、同様にデータ番号20は、データ番号25の積分値からデータ番号20の積分値を引いた値の絶対値となる。

【0073】このような処理を透かしNN入力差分データ抽出部20によりデータ番号0からデータ番号24まで実行させ、最終的に25個の差分データを得て、この25個の差分データをNN処理部10にへ入力し、積和演算を実施する。尚、上述の例は、列方向で差分処理を施したものであるが、行方向で差分処理を施してもよく、その場合には、行方向を1つ余分に抽出し、 6×5 個分切りだすことは言うまでもない。

【0074】また、このときのデータの入力範囲は0から256とすることで、前後の差分データが256を越える場合は、256にしてデータの範囲に制限を加える。図23は本実施の形態で使用したNNの構成を示す図である。このNNは、入力層のユニット数を25、中間層（隠れ層）のユニット数を15、出力層のユニット数を2として構成されている。

【0075】本実施の形態のように、差分データを用いることにより、NN入力データが透かし領域の明るさの変動に対して安定する。特に、透かしに存在しないコピー券などのNG券に対しては、透かし領域の明るさの変動に対してすべての差分データが値0に近くなるため、確実にリジェクトできるようになる。

【0076】図24はこのときの入力データ例を示す説明図で、横軸に入力層のユニット番号、縦軸に当該ユニットの出力パーセントを出力値256が100パーセントとなるように示したものである。この図で（a）は真券の例、（b）はNG（偽）券の例1、（c）はNG券の例2を示している。

【0077】尚、図中に Σ 値をそれぞれ1093、992、1167と記しているが、これは各ユニットの出力

値の合計である。この図24により以下のことが分かる。すなわち、(a)と(b)は出力値の大きさに顕著な差があり、Σ値も(a)が1093、(b)が992と、(b)の方が出力値が小さい。

【0078】従って、このような例では、NNを利用しなくとも単純にΣ値のみを比較するだけで、Σ値があるスレッシュホールド値T以上であれば真券、スレッシュホールド値T未満であれば偽券といった鑑別が可能であるが、

(a)と(c)の場合では、出力値の大きさに顕著な差が見られず、しかも(c)のNG券の方がΣ値が1167で、(a)の真券の1093に比べて大きい。単純にΣ値のみを比較するだけでは正確な鑑別を行うことができないものとなる。

【0079】しかしながら、NNのような個々のユニッ

$$I_j = \sum_{i=1}^N (W_{ij} \cdot O_i) + \theta_j \text{ ----- (1)}$$

$$O_j = f(I_j) \text{ ----- (2)}$$

$$f(x) = \frac{1}{(1+e^{-x})} \text{ ----- (3)}$$

I_j : 中間層10bのユニットjへの入力

W_{ij} : 入力層10aのユニットiと中間層10bのユニットjとの荷重

N : 入力層10aのユニット数

O_i : 入力層10aのユニットiの出力

θ_j : 中間層10bのユニットjの閾値

O_j : 中間層10bのユニットjの出力

【0082】同様に出力層10cにおけるユニットの出力は、以下のようになる。 ※【0083】

$$I2_j = \sum_{i=1}^{N2} (W2_{ij} \cdot O2_i) + \theta2_j \text{ ----- (4)}$$

$$O2_j = f(I2_j) \text{ ----- (5)}$$

$$f(x) = \frac{1}{(1+e^{-x})} \text{ ----- (6)}$$

$I2_j$: 出力層10cのユニットjへの入力

$W2_{ij}$: 中間層10bのユニットiと出力層10cのユニットjとの荷重

$N2$: 中間層10bのユニット数

$O2_i$: 中間層10bのユニットiの出力

$\theta2_j$: 出力層10cユニットjの閾値

$O2_j$: 出力層10cのユニットjの出力

【0084】この出力値 $O2_j$ によって真偽が鑑別される。すなわち、スレッシュホールド値を100とすると、 $O2_j$ が100以上の場合を真券、100未満がリジェクト券となる。この鑑別結果はRESとして図示しない上位装置に送信され、オペレータに報知される。

【0085】前記図24に示した入力データの例では、(a)が出力256で鑑別結果は真券、(b)及び(c)の場合は出力0でリジェクト券のデータが得られる。すなわち、本実施の形態のようにNN入力値を透かし領域の積分ブロックデータの列方向の差分値としたこ

ト値のつながり関係で鑑別させる手法を用いると、この(a)と(c)のような場合でも、確実に鑑別可能となる。この、NNの動作について図25も用いて更に説明する。図25はシグモイド関数例を示す図である。前記図23において、NNの鑑別処理はRECの方向に移行する。

【0080】まず、中間層10bにおけるユニットの出力は図25のようなシグモイド関数を入出力関数とする場合、以下のようになる。このシグモイド関数の値は、図示しないメモリ上に予めテーブル化されて保持されており、NN処理が実行されるとき、必要に応じて参照される。

【0081】

【数1】

※【0083】

【数2】

とにより、NN入力データのばらつきが低減され、類似している(a)と(c)のパターンにおいても、正確に真偽鑑別することが可能となる。

【0086】次に、本実施の形態におけるNNの学習方法は、前記BP法を用いて、図23に示した矢印BPの向きに出力層10のユニットの出力が正しくなるように、教師データとの累積二乗誤差が0に近くなるまで繰り返し実行する。本実施の形態の例では、真券の透かしパターンを出力256、リジェクト券の透かしパターンは出力0となるように学習させる。

【0087】このときの荷重修正量は、BP法により以 * 【0088】
下の式で算出される。 * 【数3】

BP学習による修正荷重量 $\Delta_p W_{i,j}^{k-1}$ は、図のシグモイド関数
 $f(x)=1/(1+e^{-x})$ を用いた場合、

$$\Delta_p W_{i,j}^{k-1,k}(m) = \eta \delta_{p,j}^k o_i^{k-1} + \alpha \Delta_p W_{i,j}^{k-1,k}(m-1) + \beta \Delta_p W_{i,j}^{k-1,k}(m-2) \text{ ----- (7)}$$

η : 学習効率

α : 荷重定数 1

β : 荷重定数 2

$\delta_{p,j}^k$: K層におけるパターンP提示時のユニットjの誤差

o_i^{k-1} : K-1層におけるユニットiの出力

$t_{p,j}^n$: 出力層(n)におけるパターンp時のユニットjの教師出力

出力層(n)における誤差 $\delta_{p,j}^k$ は、

$$\delta_{p,j}^n = (t_{p,j}^n - o_{p,j}^n) \cdot o_{p,j}^n \cdot (1 - o_{p,j}^n) \text{ ----- (8)}$$

中間層の誤差 $\delta_{p,j}^k$ は、

$$\delta_{p,j}^k = \sum_{s=1}^{N^{k+1}} (\delta_{p,s}^{k+1} W_{j,s}^{k,k+1}) o_{p,j}^k (1 - o_{p,j}^k) \quad (k=2,3,4,\dots,n-1) \text{ ----- (9)}$$

$W_{j,s}^{k,k+1}$: k層のユニットj, k+1層のユニットs間の荷重

N^{k+1} : 第k+1層におけるユニット数

$\Delta_p W_{i,j}^{k-1,k}(m)$ は、パターンpを入力した時のk-1層のユニットiとk層の
間の結合荷重修正値である。

(7) 式の $\delta_{p,j}^k o_i^{k-1}$ は、誤差項、 $\alpha \Delta_p W_{i,j}^{k-1,k}(m-1)$ は、慣性項、 $\beta \Delta_p W_{i,j}^{k-1,k}(m-2)$ は、
振動項である。なお、(16) 式中のmは、学習回数を示す時定数であり、
上記慣性項は、前回の荷重修正量、上記振動項は、前々回の荷重修正量を示す。
これは、BP法の学習速度を速めるために導入している。
次に、誤差項における誤差 δh は、各層においてそれぞれ(8)、(9) 式のように
算出できる。

(8)、(9) 式における $o_{p,j}^n (1 - o_{p,j}^n)$ 、 $o_{p,j}^k (1 - o_{p,j}^k)$ は、それぞれ出力層における
シグモイド出力の微分値、及び中間層におけるシグモイド出力の微分値である。

【0089】このようにBP法を利用することにより、
出力層10cの各ユニットの誤差値を入力層10aのユ
ニットに向けて順番にフィードバックすることが可能
で、これらの操作を繰り返し実行することにより、最終
的にはすべての入力データの誤差を0に限りなく漸近さ
せることが可能である。以上説明した第9の実施の形態
によれば、NNの入力データを差分データとしているた
め、紙幣の厚さ、印字濃度のばらつき等により正規化さ
せたときに印字濃度の濃い部分と、透かし領域の濃度差
が大きくなることが原因で、透かし領域が必要以上に明
るくなったり、暗くなったりすることによるNNの入力

40 データのばらつきを低減することができる。

【0090】そのため、紙幣の透かし領域のパターンを
ばらつきの少ない安定した状態でNN処理することが可
能になり、非常に高精度な鑑別が可能となる。特に、紙
幣の厚さや印刷濃度、汚れ等の変動に強くなり、濃度の
明るい紙幣であっても、濃度の暗い紙幣であっても、透
かし領域の存在しないコピー券等のNN入力値が安定す
るため、非常に高精度な紙幣鑑別を実現できる。

【0091】第10の実施の形態

この種の紙幣真偽鑑別装置では、紙幣のイメージ画像が
暗い場合、透かし領域が必要以上に明るく補正されてし

50

まうため、透かし領域に付着した僅かな染みやゴミ等のノイズの成分が強調されてしまい、透かし領域が存在しない紙幣におけるイメージ画像の入力データに濃淡差が発生したり、逆に汚れのすくない未使用の紙幣等のようにイメージ画像が明るい場合は、透かし領域が必要以上に暗く補正されてしまい、正規の透かし領域が存在する真券の紙幣のイメージ画像の入力データに濃淡差が出なくなったりしてしまう問題がある。

【0092】そのため、透かし領域の存在しないコピー券やスキャナーで取り込んだ本物の紙幣のイメージ画像をカラープリンタ等で印刷した偽造券を確実に透かし領域なしと鑑別するようにNNを学習させたとき、正規の透かし領域が存在する真券を誤って透かし領域なしと鑑別してしまい、装置における真券受け付け率が低下してしまうことになる。

【0093】そのため、この第10の実施の形態は、第9の実施の形態における透かしNN入力差分データ抽出部20の出力をゲイン補正するようにしたものである。このようにすることで、正規化の影響を打ち消すことが可能となり、必要以上に透かしパターンを補正することをなくすることができる。図26は第10の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【0094】図において21は透かしNN入力差分データゲイン補正部21で、透かしNN入力差分データ抽出部20とNN処理部20との間に設けられている。その他の構成は第9の実施の形態と同じである。この実施の形態において透かしNN入力差分データゲイン補正部21は、透かしNN入力差分データ抽出部20から出力される差分データに補正係数 α ($\alpha = N/N_r$ 、N:イメージデータ平均濃度値、 N_r :基準平均濃度値)を乗じる補正部である。

【0095】補正係数 α ($\alpha = N/N_r$)は、暗いイメージ画像では1未満の値であり、明るいイメージ画像では1以上の値となる。図22を用いてゲイン補正処理について説明する。この実施の形態において図22に示したデータ番号0は、データ番号5の積分値からデータ番号0の積分値を引いた絶対値に補正係数 α を乗じたものとなり、同様にデータ番号20は、データ番号25の積分値からデータ番号20の積分値を引いた絶対値に補正係数 α を乗じたものとなる。

【0096】このような処理データ番号0からデータ番号24まで実行させることで、最終的に25個の特徴データが得られる。次にこのゲイン補正データをNN入力データとしてNN処理部20に入力することで第9の実施の形態と同様にNN処理が行われ、その出力に基づいて真偽鑑別部12により真偽鑑別が行われる。

【0097】鑑別結果は図示しない上位装置に送信され、オペレータに報知される。以上説明した第10の実施の形態によれば、NNの入力データをイメージ画像の明るさでゲイン補正した差分データとしているため、透

かし領域のパターンのばらつきをより一層低減できるようになり、非常に高精度の真偽鑑別が可能になる。

【0098】特に、紙幣の厚さや印刷濃度、汚れ等の変動に強くなり、濃度の明るい紙幣であっても、濃度の暗い紙幣であっても、高い真券認識率を保持したまま、透かしが存在しないコピー券等の偽券を確実にリジェクトできるようになり、非常に高精度な真偽鑑別が可能になる。

第11の実施の形態

10 従来の方式では、透かし領域の一部のパターンが本物と異なっているようなNG券の場合、本物と区別することが難しく、これらのNG券を確実にリジェクトできる鑑別装置が望まれており、そのため、この第11の実施の形態では、第9の実施の形態で用いた差分データの代わりに微分データを用いるようにしたものである。

【0099】このように微分データを用いることで、透かしのパターンを精度よく捉えることが可能となり、真偽鑑別精度をより一層上げることが可能となる。図27はこの実施の形態の構成を示すブロック図である。この実施の形態は透かし領域抽出処理部9とNN処理部10の間に透かしNN入力微分データ抽出部22を設けたもので、他の構成は第9の実施の形態と同様である。

【0100】透かしNN入力微分データ抽出部22は微分空間フィルタを用いて透かし領域のエッジの境界パターンを積極的に抽出するものである。図28は微分空間フィルタとして用いるラプラシアンフィルタの一例を示す図である。このような微分空間フィルタを用いた場合のNN入力微分データ抽出処理について、前記図22を用いて説明する。

30 【0101】図22に示したデータ番号データ0～5、9、14、15、19、20、24については、微分空間フィルタがすべてに対応しないために作成不可能であり、従ってこれ以外のデータ番号に対して微分データを抽出させることになる。例えば、図においてデータ番号6の微分データは、データ番号6のデータを4倍したものと、データ番号1のデータと、データ番号5のデータと、データ番号7のデータと、データ番号11のデータの総和となる。

40 【0102】このような処理を残りのデータ番号に対しても実施し、最終的に12個の特徴データを得る。このようにして得た微分データをNN入力データとして第9の実施の形態と同様にNN処理部20に入力することで第9の実施の形態と同様にNN処理が行われ、その出力に基づいて真偽鑑別部12により真偽鑑別が行われる。

【0103】鑑別結果は図示しない上位装置に送信され、オペレータに報知される。図29は本実施の形態におけるNNの入力データの例を示す図で、(c)のNG券(パターンの一部が異なる)の場合においても、

50 (a)の真券のNN入力データと差異が生じるため、確実に真偽鑑別することができる。尚、NNの鑑別、学習

動作については第9の実施の形態で説明したので、その説明を省略する。

【0104】以上述べたように、第11の実施の形態では、紙幣の透かし領域の微分データを作成し、これをNN処理部に入力させるようにしているため、透かし領域のパターンの特徴を効率よく抽出できるようになり、非常に高精度の真偽鑑別を実現することができる。特に、紙幣の透かしの一部が欠落しているようなNGデータを確実にリジェクトすることができ、非常に高性能な装置を提供することが可能になる。

【0105】尚、上述した各実施の形態は、自動販売機、両替機、自動振込・預金・引出機等の自動機において紙幣の真偽鑑別をする場合について説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、有価証券、信用証券、チケット、書類、印刷物等の真偽鑑別を行う場合にも適用可能である。

【0106】

【発明の効果】以上説明したように本発明の紙幣真偽鑑別装置によると、従来のようにエンベロープ処理を行わなくても、媒体に印刷されている透かし領域から透過光等を利用して読み取ったイメージ画像に対して前処理を行い、その出力結果である透かし領域のモザイク状の平滑画像から非線形的なばけの影響を取り除いて、透かしパターンの判別を行うことができるようになるため、透過光を利用した光学系の利点の一つである透かしパターンを有効に利用して媒体の真偽の鑑別を正確かつ高精度に行うことができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態の構成を示すブロック図。

【図2】縮小透過光学系の説明図。

【図3】NNの構成の概念図。

【図4】第1の実施の形態の透かしNN判別処理を示すフローチャート。

【図5】第1の実施の形態の透かしNN学習処理を示すフローチャート。

【図6】第1の実施の形態の透かしNN学習処理を示すフローチャート。

【図7】第2の実施の形態の構成を示すブロック図。

【図8】シグモイド関数テーブルの一例の説明図。

【図9】第2の実施の形態の透かしNN判別処理を示すフローチャート。

*【図10】第4の実施の形態を示す要部ブロック図。

【図11】第6の実施の形態を示す要部ブロック図。

【図12】第7の実施の形態におけるシグモイド関数の可変の説明図。

【図13】第8の実施の形態を示す要部ブロック図。

【図14】統計的手法によるカテゴリ分離の説明図。

【図15】NNによるカテゴリ分離の説明図。

【図16】正規化距離の説明図。

【図17】収容容積と全正規化距離との関係を示す図。

10 【図18】第9の実施の形態の構成を示すブロック図。

【図19】紙幣類の金種方向と透かし部の位置関係の例を示す説明図。

【図20】カテゴリと透かし部切り出し位置の関係の例を示す図。

【図21】透かし領域抽出の説明図。

【図22】NN入力データの説明図。

【図23】第9の実施の形態におけるNNの構成を示す図。

【図24】NNの入力データ例を示す図。

20 【図25】シグモイド関数の例を示す図。

【図26】第10の実施の形態の構成を示すブロック図。

【図27】第11の実施の形態の構成を示すブロック図。

【図28】ラプラシアンフィルタの一例を示す図。

【図29】第11の実施の形態におけるNNの入力データの例を示す図。

【図30】従来の紙幣真偽鑑別装置の構成を示すブロック図。

30 【図31】従来の紙幣真偽鑑別処理の作用を示すフローチャート。

【図32】前処理の説明図

【符号の説明】

100 紙幣真偽鑑別装置

10 NN処理部

11 NN処理データ格納部

12 真偽鑑別部

13 真偽鑑別データ格納部

20 透かしNN入力差分データ抽出部

40 21 透かしNN入力差分データゲイン補正部

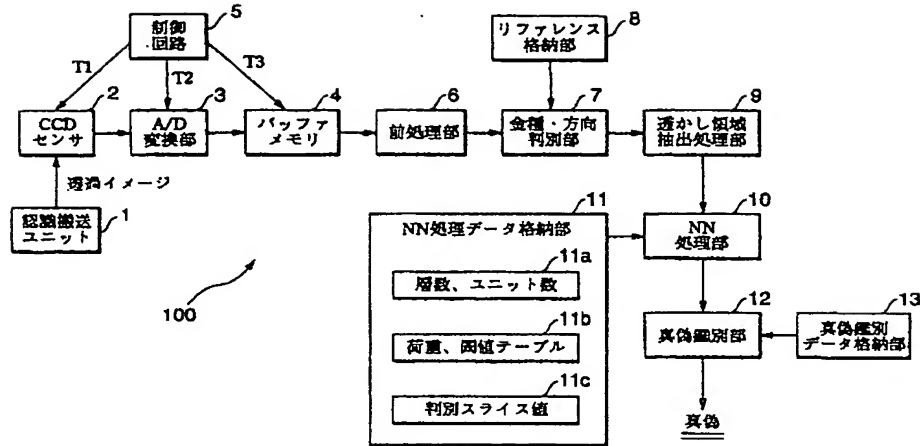
* 22 透かしNN入力微分データ抽出部

【図20】

| カテゴリ | 切り出し位置Pのブロック座標 | |
|------|----------------|----|
| | X | Y |
| A | 2 | 1 |
| B | 2 | 8 |
| C | 2 | 15 |

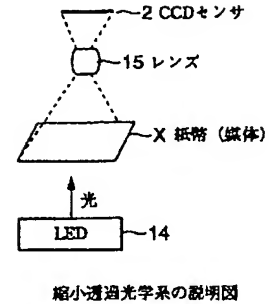
カテゴリと透かし部切り出し位置の関係の例を示す図

〔図1〕

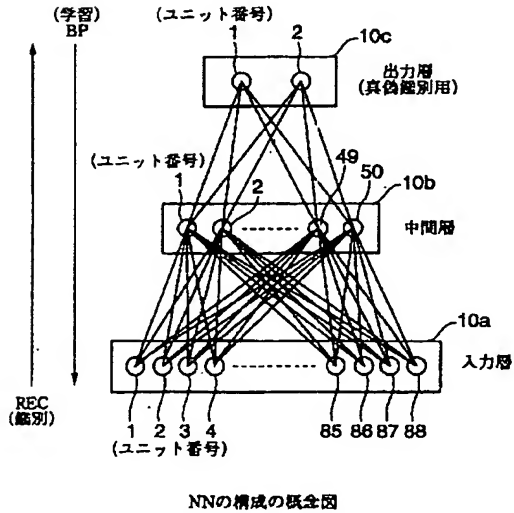


第1の実施の形態の構成を示すブロック図

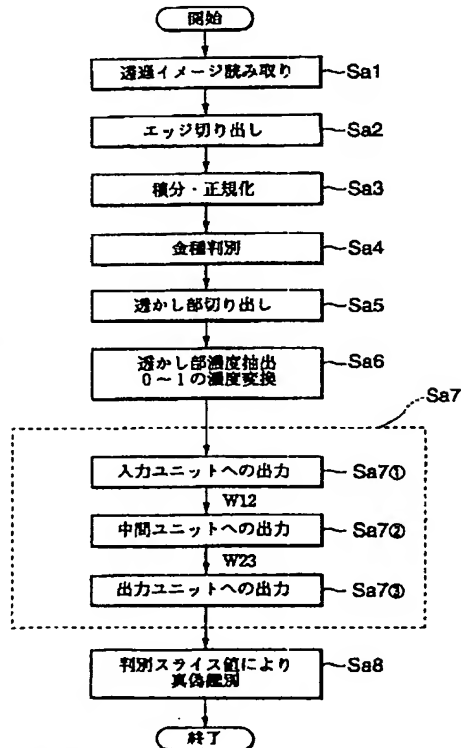
〔図2〕



〔図3〕

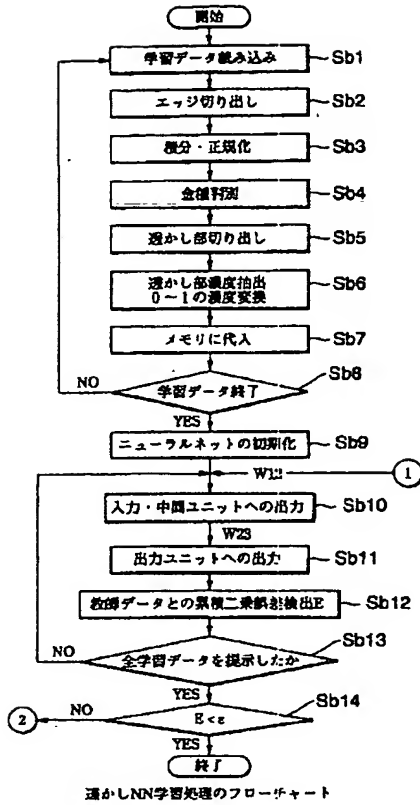


〔図4〕

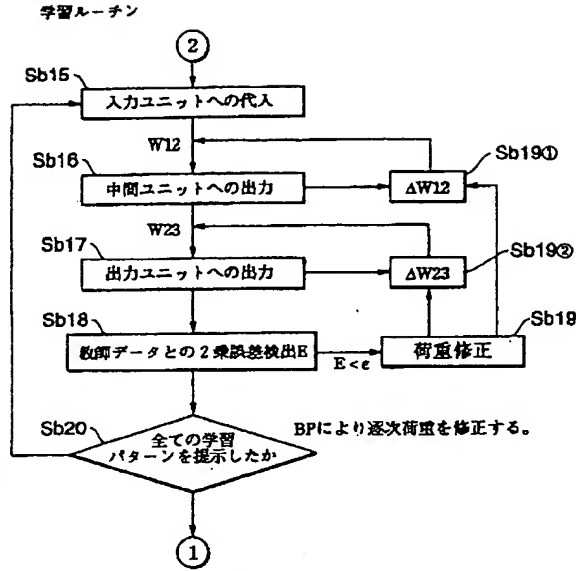


第1の実施の形態の透かしNN判別処理のフローチャート

〔図5〕



〔図6〕



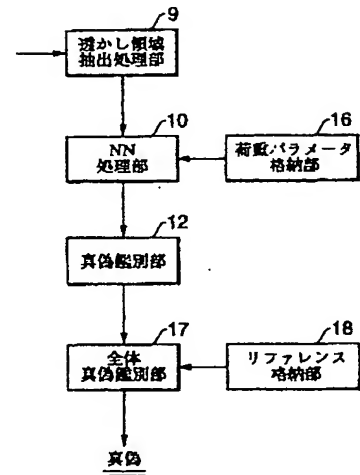
透かしNN学習処理のフローチャート

〔図22〕

| | | | | |
|----|----|----|----|----|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |

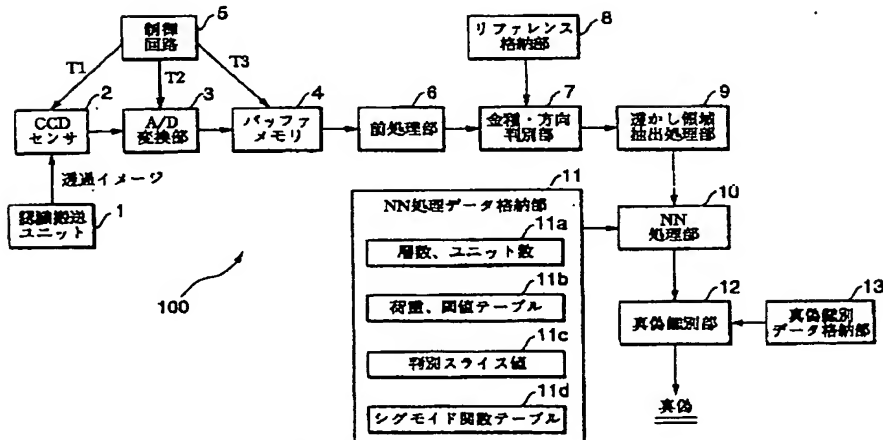
NN入力データの配列図

〔図13〕



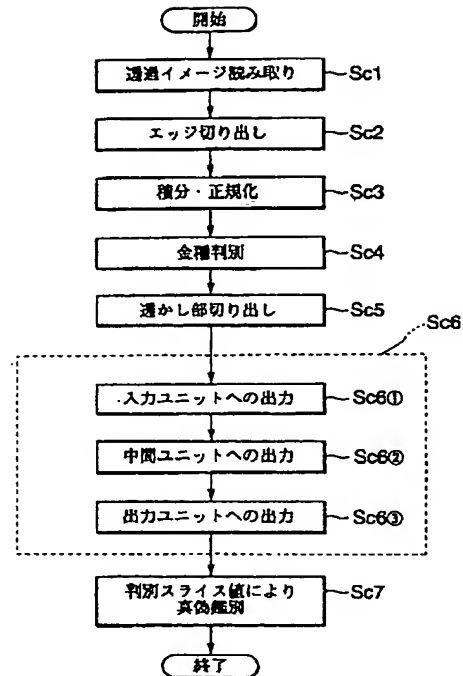
第8の実施の形態を示す要部ブロック図

〔図7〕

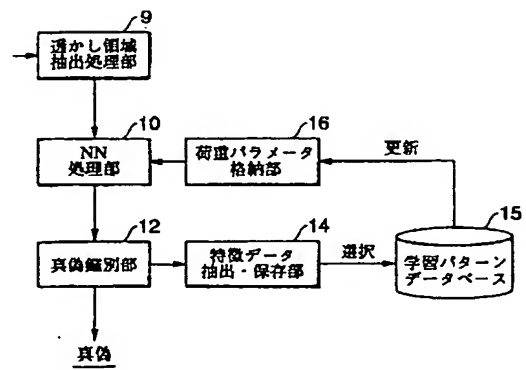


第2の実施の形態の構成を示すブロック図

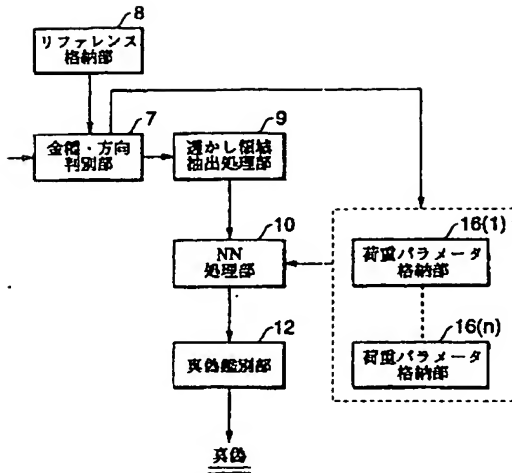
【圖9】

[illegible]

【図 10】

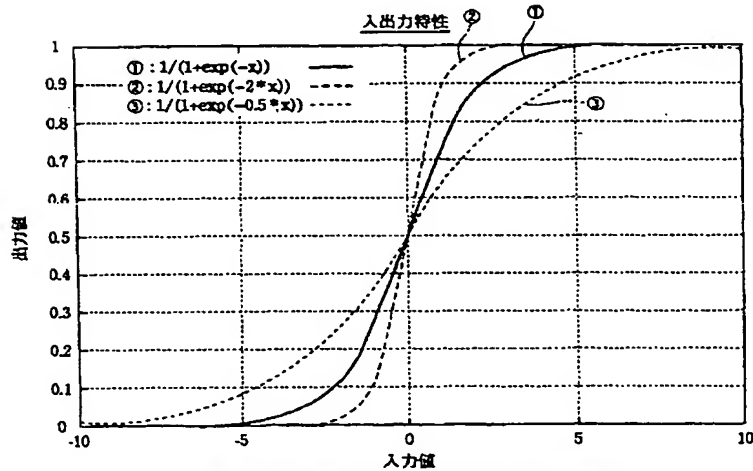


【図11】



第6の実施の形態を示す要部ブロック図

【図12】



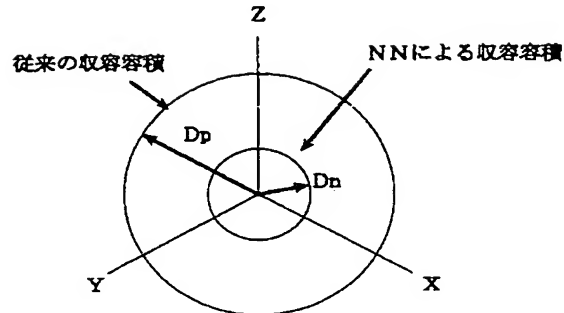
第7の実施の形態のシグモイド関数の可変の説明図

【図28】

| | | |
|---|----|---|
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | -4 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |

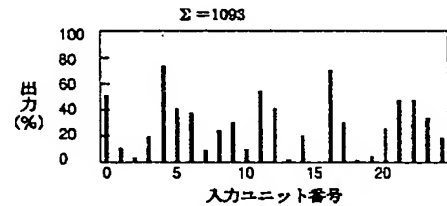
ラプラシアンフィルタの一例を示す図

【図17】

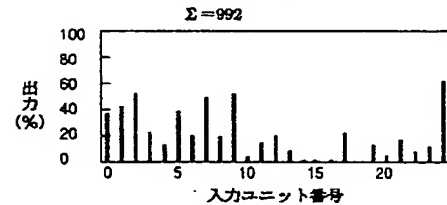


収容容積と全正規化距離との関係を示す図

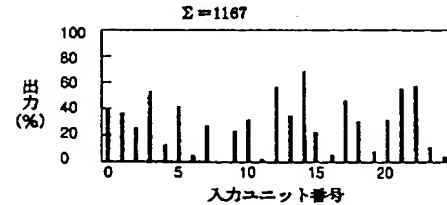
【図24】



(a) 真 参 例



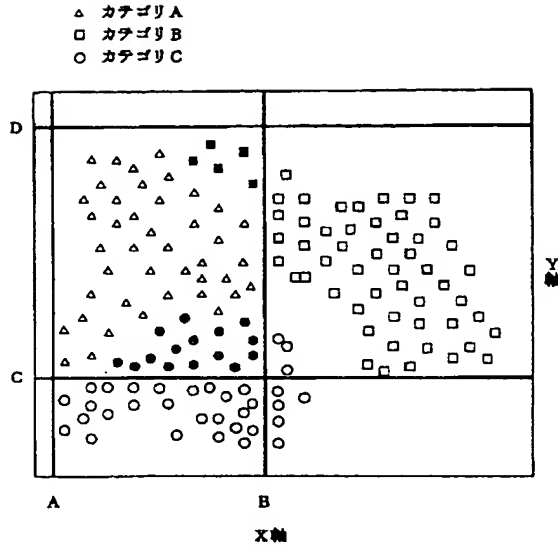
(b) NG 参 例 - 1



(c) NG 参 例 - 2

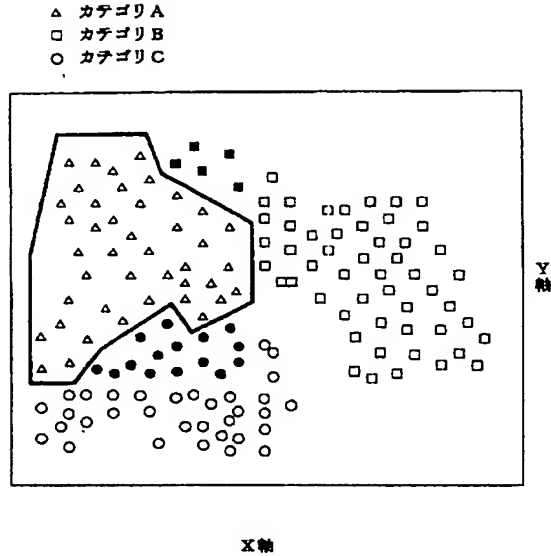
NNの入力データ例を示す図

【図14】



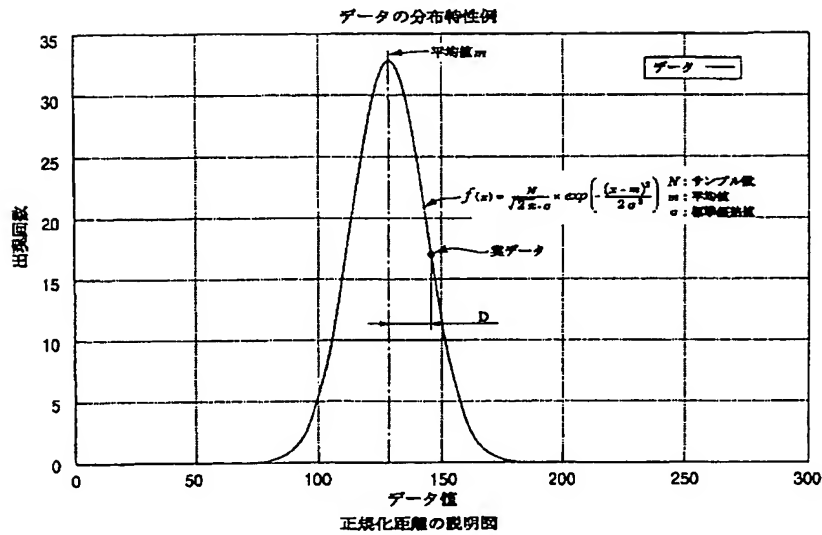
統計的手法によるカテゴリ分離の説明図

【図15】

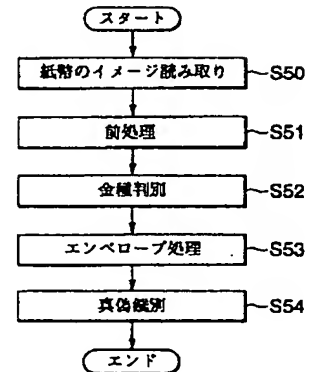


NNによるカテゴリ分離の説明図

【図16】

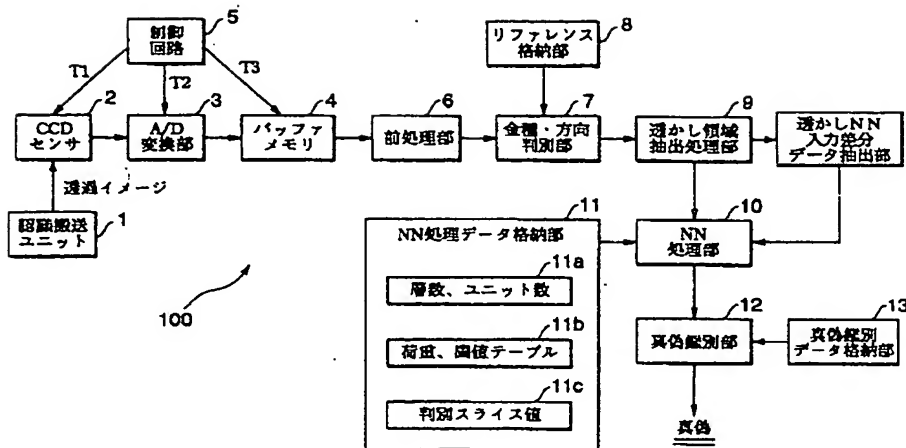


【図31】



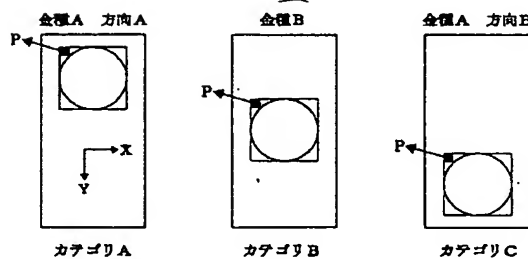
従来の紙幣真偽識別処理を示すフローチャート

【図18】



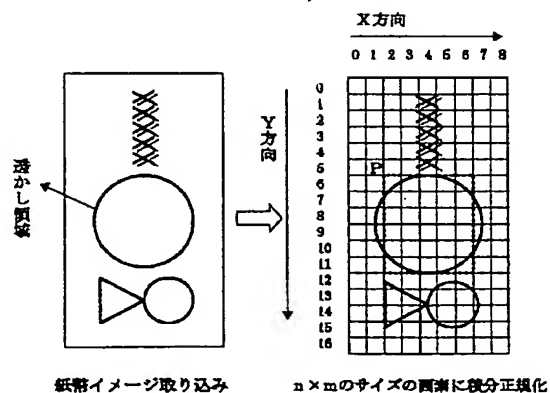
第9の実施の形態の構成を示すブロック図

【図19】

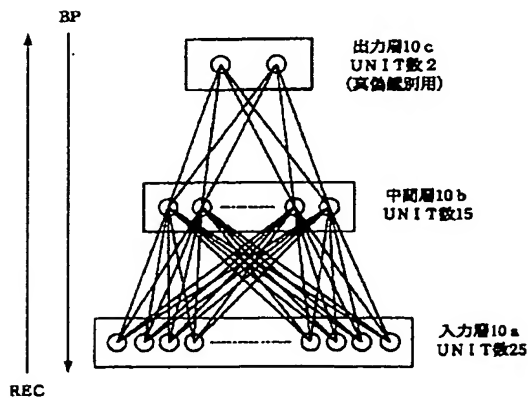


紙葉類の金種方向と透かし部の位置関係の例を示す図

【図21】



【図23】

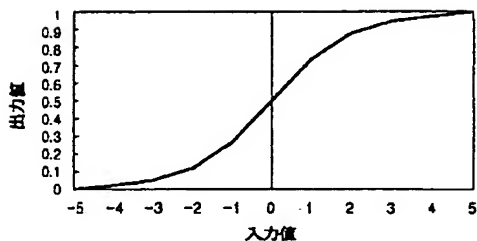


第9の実施の形態におけるNNの構成を示す図

透かし領域の抽出
(8bitの多値の濃度パターン)

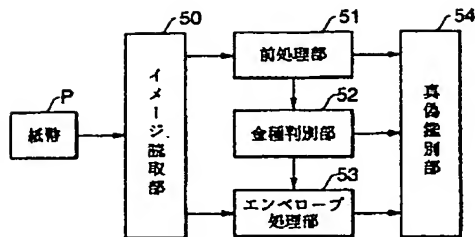
透かし領域抽出の説明図

【図25】



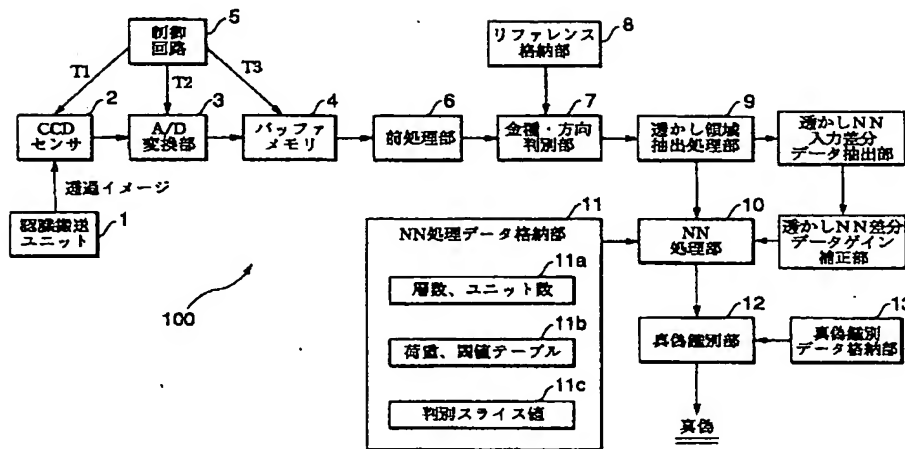
シグモイド関数の例を示す図

【図30】



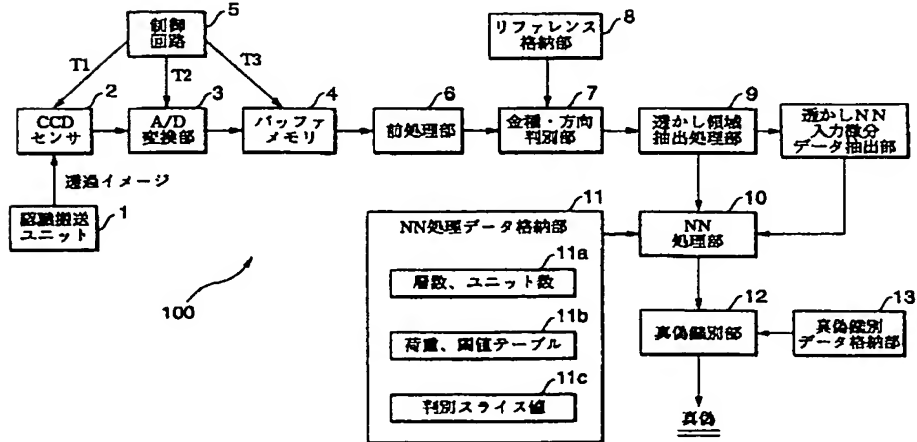
従来の紙幣真偽鑑別装置の構成を示すブロック図

【図26】



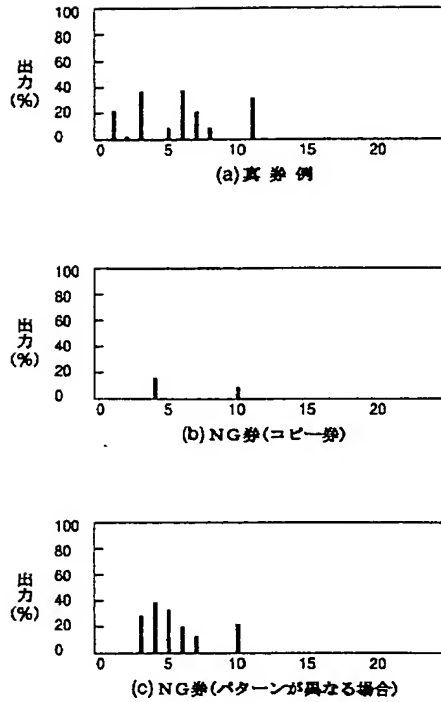
第10の実施の形態の構成を示すブロック図

【図27】



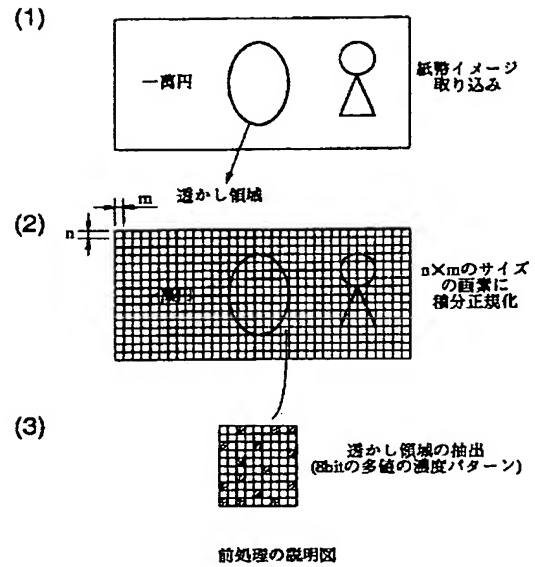
第11の実施の形態の構成を示すブロック図

【図29】



NNの入力データ例を示す図

【図32】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3E041 AA03 AA04 AA06 AA07 BA13
 BB02 BC06 CA01 CA04
 5B057 AA11 BA02 BA19 BA30 CD12
 DA03 DB02 DB09 DC16 DC19
 DC34 DC40
 5C076 AA01
 5L096 AA06 BA03 BA18 CA14 CA17
 EA07 EA35 EA39 FA06 FA34
 FA35 GA51 HA11 JA22 KA04